

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

– в работе на основе экспериментальных данных рассмотрен эффект изменения эффективности ЧРП при изменении глубины регулирования скорости. Показано, что неучет рассматриваемого фактора приводит к значительному недоучету действительного энергопотребления электропривода, что может быть причиной недооценки экономического эффекта внедрения ЧРП более высоких классов энергоэффективности и реализации других мер по увеличению КПД привода;

– мерой, которая значительно упростит корректный учет энергопотребления, является дальнейшее развитие стандартизации систем ЧРП. К имеющимся данным, доступным покупателю частотно-регулируемых двигателей и комплектно поставляемого ЧРП (ПЧ+двигатель), необходимо добавить информацию о КПД двигателя при частичной нагрузке и частичной скорости. Такой информацией, в соответствии со стандартом EN 50598-2, уже начинают снабжать поставляемые ЧРП ведущие европейские производители.

#### *Список литературы*

1. Лезнов Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках. М. : Энергоатомиздат, 2006.
2. NM4, NMS4, Close Coupled Centrifugal Pumps: catalogue. Calpeda, 2012.
3. Электроэнергетика : тенденции и прогнозы : аналитический бюллетень. М. : РИА Новости, 2014. Вып. 14.

УДК 621.486

Калмыкова Н. С., Мурашова В. Н., Демин Ю. К., Картавец С. В.  
Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова  
dyomin.ura@yandex.ru

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ORC В МНЛЗ**

За первые 8 месяцев 2014 года выплавка стали в мире составила 1,096 млрд т, что на 2,4 % больше, чем за аналогичный период 2013 г. [1]. Около 90 % всей производимой в мире стали разливается на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). При этом затраты электроэнергии на собственные нужды МНЛЗ составляют 1,87 кВт·ч на каждую тонну разливаемой стали [2].

Следует отметить, что при разливке стали в МНЛЗ отводится порядка 840 МДж/т тепловой энергии [3]. Вся эта теплота передается охлаждающей воде, в результате чего может быть получен низкопотенциальный пар с температурой около 100 °С.

Таким образом, возникает задача по поиску решения для использования, отводимого в МНЛЗ теплового потока.

При выборе направления использования отведенной теплоты необходимо в первую очередь учитывать собственные нужды МНЛЗ, состоящие в основном

из затрат электроэнергии на привод механического оборудования и насосов для циркуляции охлаждающего теплоносителя.

Для генерации электрической энергии на тепловыделения МНЛЗ авторами предлагается применение органического цикла Ренкина (ORC) на низкокипящих рабочих телах. В данной схеме водяной пар из МНЛЗ поступает в теплообменник-испаритель, где за счет его теплоты нагревается низкокипящее рабочее тело (НРТ). Перегретый пар НРТ поступает в турбину, а затем в воздушный конденсатор, где конденсирует при температуре окружающей среды. Конденсат НРТ через насос поступает в теплообменник при заданном давлении, где снова нагревается за счет теплоты водяного пара от МНЛЗ (рис. 1).

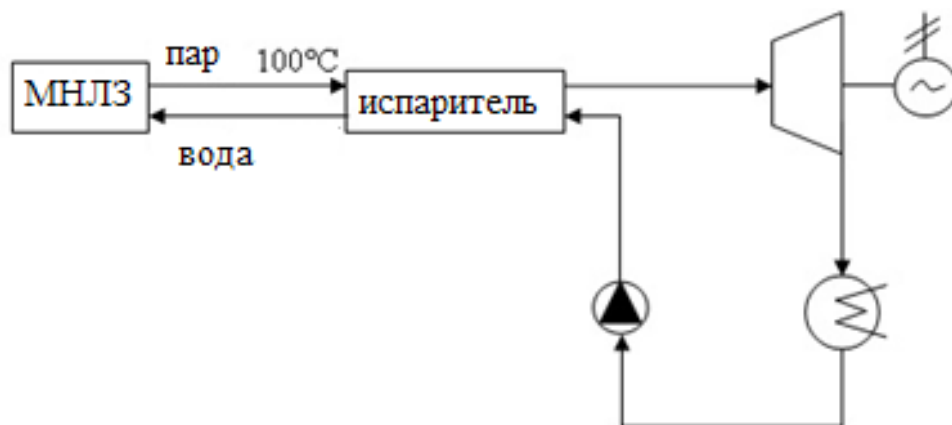


Рис. 1. Схема МНЛЗ с ОРС

Для оценки энергосберегающего эффекта от применения разработанной схемы был произведен расчет количества отпускаемой потребителю электрической энергии. В качестве НРТ был выбран R143a. Результаты расчетов представлены в таблице.

Расчет количества отпускаемой потребителю электрической энергии

Параметр	Значение
Температура окружающей среды, °С	20
Тепловыделение в МНЛЗ, МДж/т стали	840
Температура сухого насыщенного водяного пара на выходе из МНЛЗ/входе в испаритель, °С	100
Температура перегретого пара НРТ, °С	90
Давление перегретого пара НРТ, МПа	2,76
Температура пара НРТ в воздушном конденсаторе, °С	30
Давление паров НРТ в воздушном конденсаторе, МПа	1,44
Расход НРТ, т/т стали	3,6
Количество генерируемой электрической энергии, кВт·ч/т стали	72,4
КПД ОРС, %	31

Из таблицы видно, что применение разработанной схемы позволяет покрыть не только собственные нужды, но и дополнительно произвести более 70 кВт·ч с каждой тонны разливаемой стали.

Рассмотренный выше ОРС изображен на рис. 2.

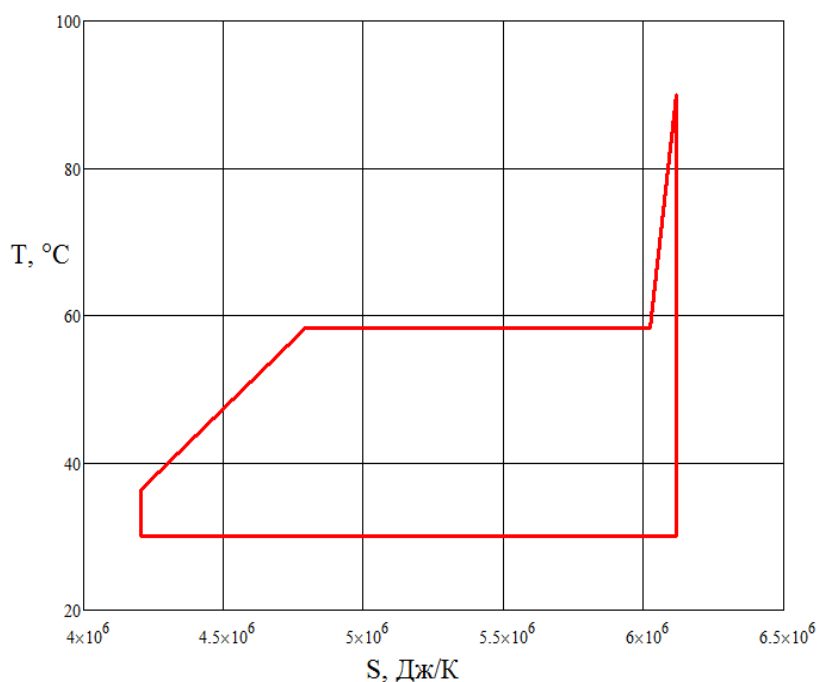


Рис. 2. T-S диаграмма ORC

Таким образом, реализация рассмотренной выше схемы с использованием отводимой от МНЛЗ теплоты в ORC, открывает возможность для собственной генерации электрической энергии в сталеплавильном комплексе. Учитывая растущие тарифы на электроэнергию, а также все более широкое применение дуговых сталеплавильных печей на металлургических предприятиях, это является важной задачей и позволит сократить себестоимость производимой продукции.

#### Список литературы

1. Monthly crude steel production archive: материалы официального сайта компании World Steel Association [Электронный ресурс]. URL: <http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive/monthly-steel-archive.html> (дата обращения: 12.11.2014).
2. Строгонов К. В., Картавец С. В. Жидкая сталь: использование теплоты и скоростная разливка. Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2006. С. 147.
3. Использование тепловых потерь в электросталеплавильном комплексе для выработки электроэнергии / С. В. Матвеев, Р. В. Захаров, Х. Н. Аловадинова, Е. Г. Нешпоренко, С. В. Картавец // Электротехнические системы и комплексы: международный сборник научных трудов. Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2013. С. 298–301.

УДК 621.311.22

Каргина К. А., Картавец С. В.  
Московский институт стали и сплавов, Новотроицкий филиал,  
МГТУ им. Г. И. Носова (г. Магнитогорск)

### ОЦЕНКА РЕЗЕРВОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЭЦ ОАО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» Г. НОВОТРОИЦКА

Температура окружающей среды оказывает большое влияние на эффективность работы энергетических систем и станций. Так, например, в летнее время температура может достигать +30 °С и более. В системах водяного охлаждения с градирнями это приводит к повышению температуры охлаждающей